

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor RF (Radio Frekuensi)

Sensor RF (Radio Frekuensi) adalah komponen yang dapat mendeteksi sinyal gelombang elektromagnetik digunakan oleh sistem komunikasi untuk mengirim informasi melalui udara dari satu titik ke titik lainnya yang merambat di antara antena pemancar pengirim dan penerima. Sinyal gelombang elektromagnetik yang dipancarkan melalui antena memiliki amplitudo, frekuensi, interval dan mempunyai sifat-sifat yang dapat berubah-ubah setiap saat untuk mempersentasikan informasi.

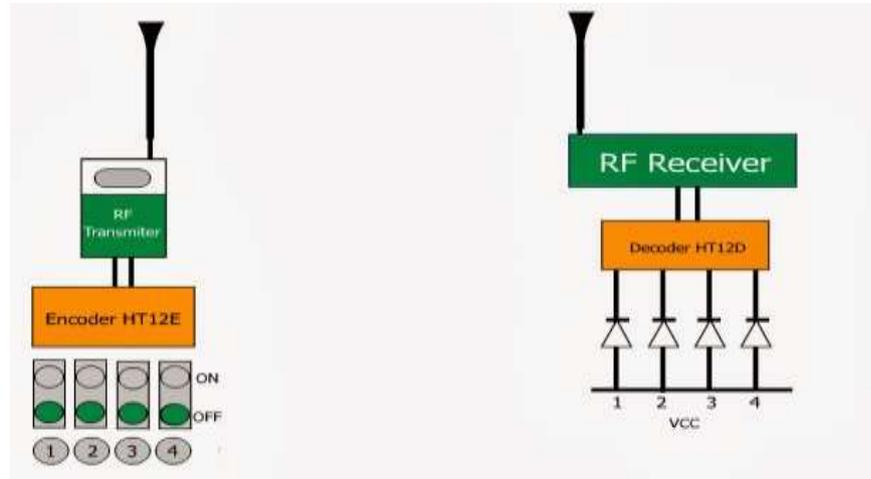
Amplitudo mengindikasikan kekuatan sinyal dan ukuran yang biasanya berupa energi yang dianalogikan dengan jumlah usaha yang digunakan seseorang pada waktu mengendarai sepeda untuk mencapai jarak tertentu. Dalam konteksnya, sinyal gelombang elektromagnetik menggambarkan jumlah energi yang diperlukan untuk mendorong sinyal pada jarak tertentu yang mana ketika energi meningkat, jaraknya pun juga bertambah. **(Ron Konezny, 2016)**

Sensor RF mempunyai 2 perangkat elektronik untuk mengirimkan sinyal gelombang elektromagnetik yang terdapat pada perangkat *transmitter* dan kemudian untuk menerima sinyal gelombang elektromagnetik tersebut yang terdapat pada perangkat *receiver*.

Saat sinyal radio frekuensi merambat melalui udara, sinyal tersebut akan kehilangan amplitudonya apabila jarak antara pengirim dan penerima bertambah yang berakibat amplitudo sinyal menurun secara eksponensial. Jadi, sinyal harus memiliki cukup energi untuk mencapai jarak di mana tingkat sinyal bisa diterima sesuai yang dibutuhkan *receiver*. **(Lina Herlina, 2004)**

Sensor RF sering digunakan pada pengendali jarak jauh tanpa kabel (*remote control*) dengan menggunakan *Amplitude Shift Keying* (ASK). Frekuensi yang digunakan pada proses pengiriman dan penerimaan harus sama agar tidak adanya kegagalan komunikasi yaitu sebesar 315 MHz. **(Ligo George, 2014)**

Adapun bentuk gambaran *transmitter* dan *receiver* pada sensor RF dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



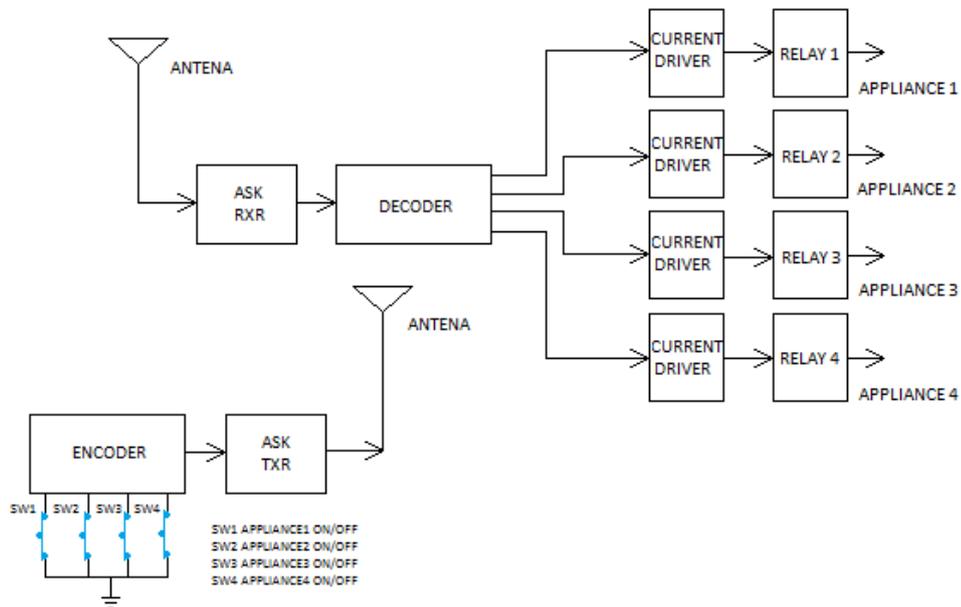
Gambar 2.1 Transmitter dan Receiver pada Sensor RF

(Sumber: Frank Donald, 2014)

Pada pemancar (*transmitter*) RF terdapat IC PT2262 yang berfungsi sebagai pemancar sinyal dan juga terdapat rangkaian *encoder* yang berfungsi untuk mengubah sinyal seperti data atau bitstream ke dalam bentuk yang dapat diterima untuk transmisi data atau penyimpanan data yang kemudian transmisi data tersebut akan diterima oleh penerima (*receiver*) RF.

Pada penerima (*receiver*) RF terdapat IC PT2272 sebagai penerima sinyal dan juga terdapat rangkaian *decoder* yang berfungsi untuk mengubah proses encoding atau menerima informasi dan data dari transmisi.

Adapun bentuk blok diagram aplikasi RF dapat dilihat pada gambar 2.2.



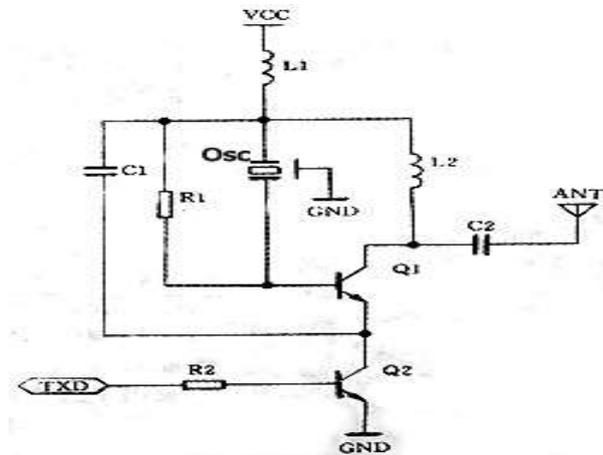
Gambar 2.2 Blok Diagram Aplikasi RF

(Sumber: Nidheej, 2013)

2.1.1 IC PT2262 Sebagai RF Transmitter

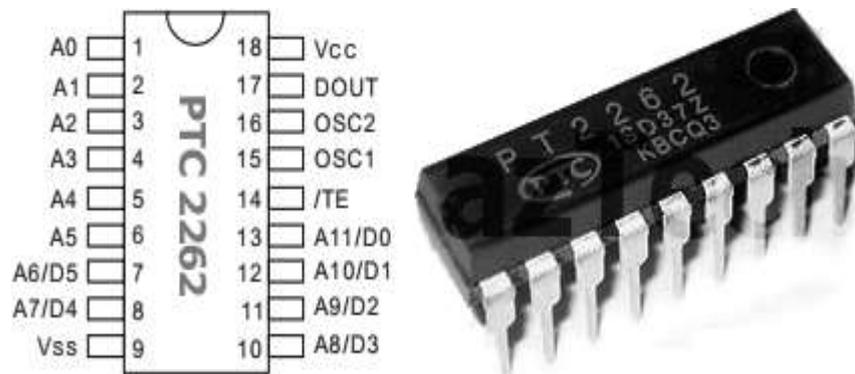
IC PT2262 adalah *remote control encoder* yang bekerja berpasangan dengan IC PT2272 (*remote control decoder*) digunakan untuk mengirimkan sinyal tanpa kabel kepada *receiver* dan dikembangkan dengan teknologi CMOS. IC PT2262 menyandikan pin-pin data dan alamat tujuan dalam bentuk *serial coded waveform* yang cocok digunakan untuk modulasi RF (*radio frequency*).

IC PT2262 dapat menyandikan alamat tujuan hingga maksimum 12 bit (hingga $3^{12} = 531.441$ kemungkinan kombinasi) sehingga secara drastis mengurangi kemungkinan tabrakan kode (*code collision*) dan menghindari kemungkinan pembajakan oleh pemindai kode (*brute-force scanning*). Pin - pin alamat ini berkarakter 3-state (0,1,"f"/floating).



Gambar 2.3 Skema Transmitter pada Sensor RF PT2262

(Sumber: www.electrodragon.com/w/Rf433_Wireless_TX_%2B_RX_Module_Pair)



Gambar 2.4 IC PT2262

(sumber : <http://www.indo-ware.com/produk-2873-pt2262-.html>)

Tabel 2.1 Deskripsi IC PT2262

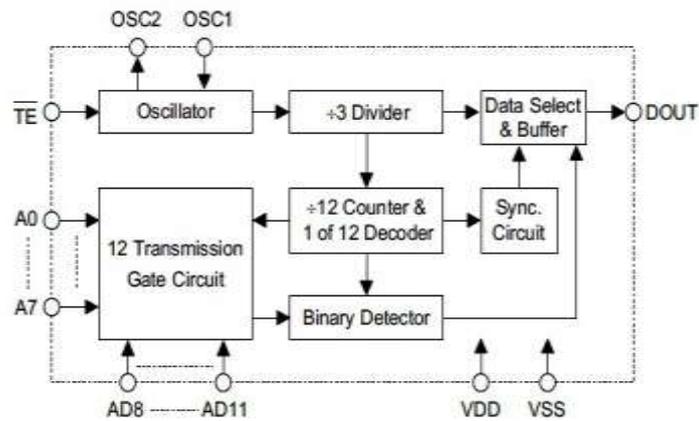
| Nama Pin | I/O | Deskripsi | Pin# |
|----------------------|-----|--|-------------------------|
| A0..A5 | I | Pin masukan kode alamat A0..A5 Setiap pin dapat diset ke "0", "1", atau "f" (mengambang, <i>floating</i>) | 1 – 6 |
| A6/D5 ~ A11/D0 | I | Pin masukan kode alamat A6..A11 atau pin data #5..#0 Saat digunakan untuk kode alamat, setiap pin dapat diset ke "0", "1", atau "f" (mengambang, <i>floating</i>). Apabila digunakan untuk data, pin ini hanya bisa diset ke "0" atau "1". | 7 - 8 dan 10 - 13 |
| OSC1 | O | Pin <i>Oscillator</i> no. 1 | 15 |
| OSC2 | I | Pin <i>Oscillator</i> no. 2 | 16 |
| DOUT | O | Pin keluaran (<i>Data Output Pin</i>) Setiap pin dapat diset ke "0", "1", atau "f" (mengambang, <i>floating</i>) | 17 |
| V _{CC} | - | Pin sumber daya, hubungkan dengan <i>positive power supply</i> (4 hingga 15 Volt) | 18 |
| V _{SS} | - | Hubungkan pin ini dengan <i>ground</i> (GND) | 9 |

(Sumber: *Datasheet IC PT2262*)

Karakteristik IC PT2262 sebagai berikut:

- Teknologi CMOS
- Konsumsi Daya Rendah
- Sampai 12 Kode Alamat Pin
- 6 data Pins
- V_{cc} = 4 ~ 15 Volts
- Tunggal Resistor *Oscillator*

Di dalam IC PT2262 terdapat rangkaian *encoder* yang berfungsi untuk mengubah sinyal seperti data atau bitstream ke dalam bentuk yang dapat diterima untuk transmisi data atau penyimpanan data yang kemudian transmisi data tersebut akan diterima oleh penerima (*receiver*) RF. Blok diagram encoder pada IC PT2262 dapat dilihat pada gambar 2.5.

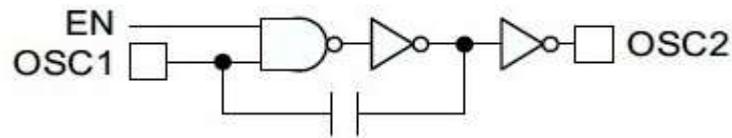


Gambar 2.5 Blok Diagram *Encoder IC PT2262*

(Sumber: Ligo George, 2014)

Pada gambar 2.5 menjelaskan tentang prinsip kerja transmitter agar tidak adanya kesalahan dalam pemilihan alamat. Pada transmitter digunakan alamat data AD9, AD10, dan AD11. Alamat tersebut berfungsi untuk menempatkan sinyal yang diberikan pada masing-masing switch yang diterima oleh IC PT2262 secara paralel. Sinyal yang ditempatkan pada masing-masing alamatnya kemudian masuk ke dalam rangkaian gerbang transmit dan dilakukan pendeteksian bilangan biner yang masuk, selanjutnya data dipilih sesuai dengan data yang dimasukkan ke dalam IC PT2262 sehingga data keluaran sama dengan data yang dimasukkan, dan juga pada gambar 2.5 terdapat osilator yang berfungsi untuk membangkitkan sinyal masukan pada rangkaian gerbang transmit.

Pada RF *transmitter* membutuhkan sebuah osilator sebagai pembangkit sinyal dan menghasilkan sinyal elektronik berupa gelombang sinus atau gelombang persegi secara berulang - ulang. Pada *transmitter* terdapat Osc1 dan Osc2 untuk mengaktifkan resistor eksternal sehingga dapat terhubung dengan osilator internal, Osc1 berfungsi sebagai input osilator dan Osc2 berfungsi sebagai output osilator. Adapun rangkaian pada osilator *internal* dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Osilator Internal pada IC PT2262

(Sumber: Ligo George, 2014)

Contoh umum dari sinyal yang dihasilkan oleh osilator termasuk sinyal yang disiarkan oleh radio dan televisi pemancar.

Osilator sering ditandai dengan frekuensi sinyal output, yaitu : (Sumber: Chattopadhyay, D. 2006: 224–225)

1. Sebuah osilator audio yang menghasilkan frekuensi dalam hingga jangkauan sekitar 16 Hz sampai 20 kHz.
2. Sebuah osilator RF menghasilkan sinyal dalam radio frekuensi (RF) kisaran sekitar 100 kHz sampai 100 GHz.
3. Sebuah osilator frekuensi rendah adalah osilator elektronik yang menghasilkan frekuensi di bawah 20 Hz yang biasanya digunakan dalam bidang audio *synthesizer* untuk membedakannya dari osilator frekuensi audio.



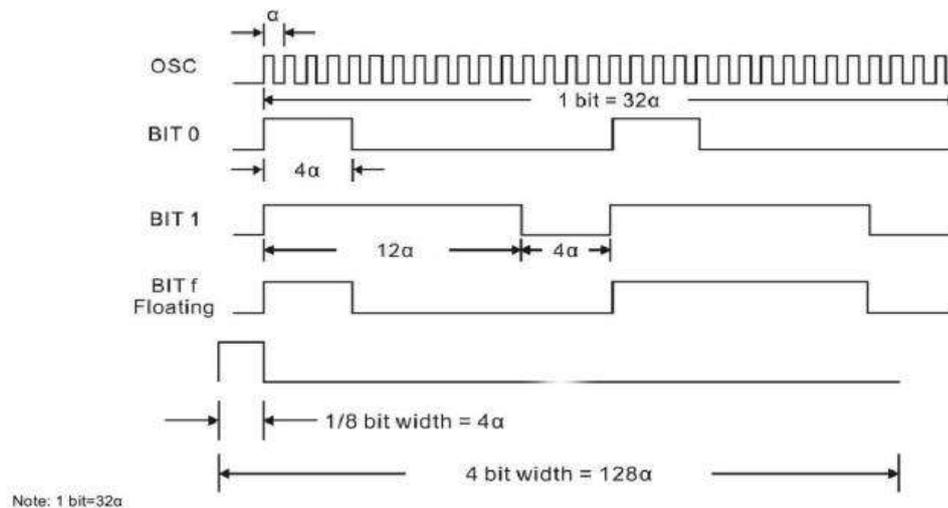
Gambar 2.7 Osilator R315A

(Sumber : <http://www.aliexpress.com/item/315MHZ-AUK-R315A-TO-39-3-315M/1460446251.html>)

Pada *transmitter* RF menggunakan sistem komunikasi *Amplitudo Shift Keying* (ASK) yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal pada *receiver*, dapat

dilihat pada gambar 2.15. (Sumber: Ligo George, 2014)

Prinsip Kerja *Transmitter*



Gambar 2.8 *Transmission Timing* pada *Transmitter*

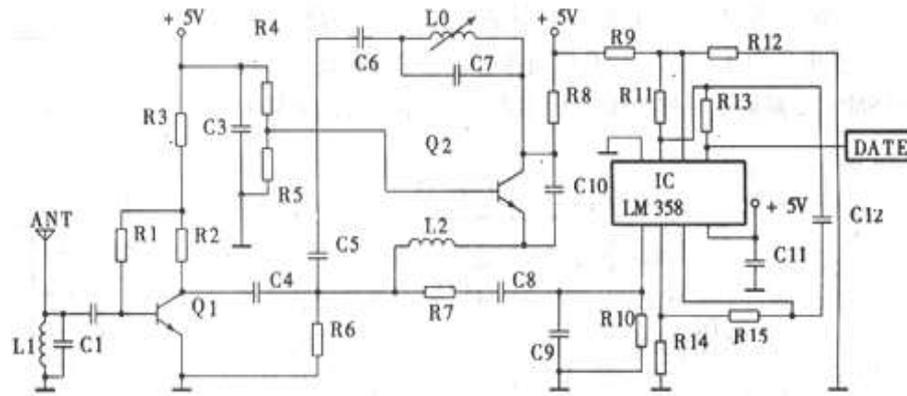
(Sumber: Edward Comer, 2012)

2.1.2 IC PT2272 Sebagai RF Receiver

IC PT2272 adalah decoder *Remote Control* yang bekerja berpasangan dengan IC PT2262 (*remote control encoder*) digunakan untuk menerima sinyal dari *transmitter* dan mengontrol osilator internal serta lebar pulsa modulasi amplitudo dengan sinyal yang diterima (DIN).

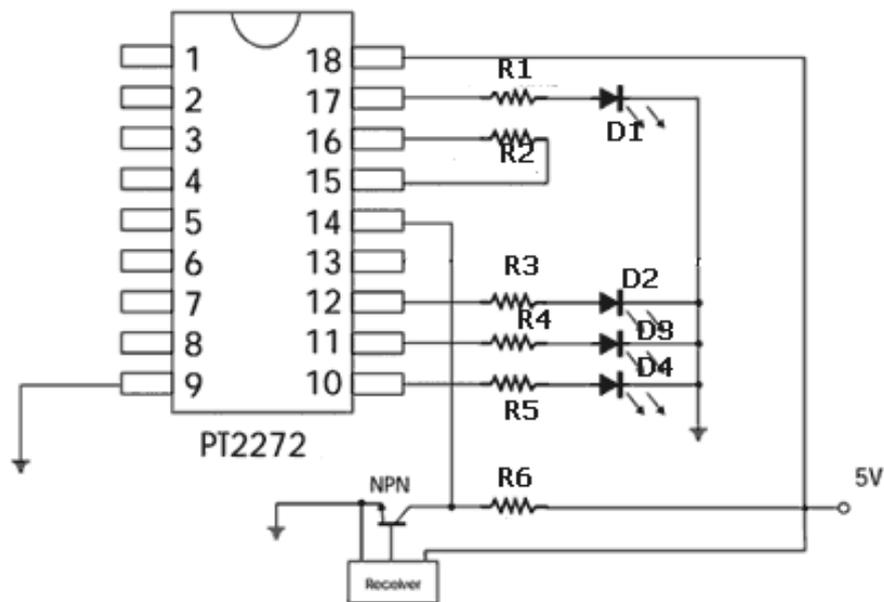
Sebuah penerima (*receiver*) RF menggunakan beberapa komponen pendukung untuk menerima sinyal yang dikirimkan pemancar RF salah satunya yaitu antena. Antena biasanya digunakan untuk menerima sinyal radio frekuensi yang harus diubah menjadi osilasi listrik dan kemudian diperkuat. Peralatan deteksi juga digunakan untuk demodulasi dan dalam kasus penerima radio frekuensi.

(Sumber : <http://www.indo-ware.com/produk-2873-pt2272-.html>)



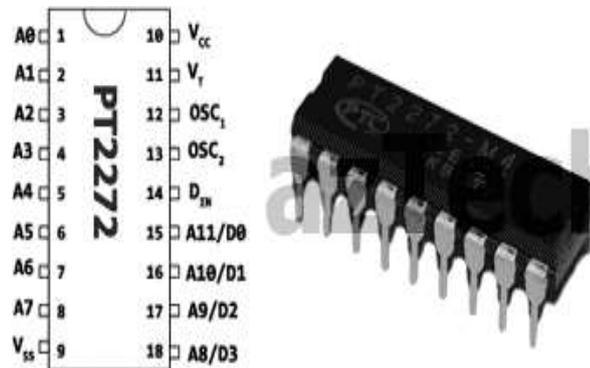
Gambar 2.9 Skema *Receiver* pada Sensor RF PT2272

(Sumber : <http://www.electrodragon.com>)



Gambar 2.10 Rangkaian IC PT2272

(Sumber : <http://www.vcc2gnd.com/>)



Gambar 2.11 IC PT2272

(Sumber : <http://www.indo-ware.com>)

Tabel 2.2 Deskripsi IC PT2272

| Pin Name | I/O | Description | Pin No. | |
|----------------|-----|---|------------------|------------------|
| | | | 18pins | 20pins |
| A0 ~ A5 | I | Code Address Pin Nos. 0 ~ 5. These six tri-state pins are detected by PT2272 to determine the encoded waveform bit 0 ~ bit 5. Each pin can be set to "0", "1", or "F" (floating). | 1 ~ 6 | 1 ~ 6 |
| A6/D5 ~ A11/D0 | I/O | Code Address Pin Nos. 6 ~ 11/Data Pin Nos. 5 ~ 0. These six pins are used as higher address input bits or data output pins depending on the version (type) of PT2272 used. When used as address inputs, these pins are tri-state input pins and each pin can be set to "0", "1", or "F" (floating). When used as output pins, these pins are driven to VCC if (1) the address decoded from the waveform that was received matches the address setting at the address input pins, and (2) the corresponding data bits received is a "1" bit. Otherwise, they are driven to VSS. | 7 ~ 8 10 ~ 13 | 7 ~ 8 12 ~ 15 |
| DIN | I | Data Input Pin. The encoded waveform received is serially fed to PT2272 at this pin. | 14 | 16 |
| OSC 1 | I | Oscillator Pin No.1 A resistor connected between these two pins determine the | 15 | 17 |
| OSC 2 | O | Oscillator Pin No. 2 fundamental frequency of PT2272. | 16 | 18 |
| VT | O | Valid Transmission. Active High Signal. VT in high state signifies that PT2272 receives valid transmission waveform. | 17 | 19 |
| VCC | - | Positive Power Supply | 18 | 20 |
| VSS | - | Negative Power Supply | 9 | 9 |
| NC | - | No Connection | - | 10 ~ 11 |

(Sumber: *Datasheet IC PT2272*)

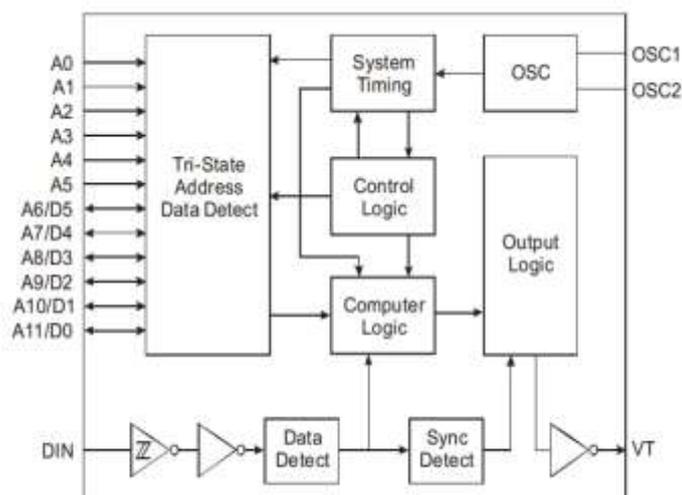
Karakteristik IC PT2272 sebagai berikut :

1. Konsumsi Daya Rendah
2. Teknologi TTL
3. Sampai 12 Tri-State Kode Alamat Pins
4. 6 data Pins
5. $V_{cc} = 3 - 5$ Volts
6. Tunggal Resistor *Oscillator*

Pada RF *receiver* membutuhkan sebuah osilator sebagai pengubah sinyal yang terdapat pada IC PT2272. Osilator adalah suatu rangkaian yang menghasilkan keluaran yang amplitudonya berubah-ubah secara periodik dengan waktu. Keluarannya bisa berupa gelombang sinusoida, gelombang persegi, gelombang pulsa, gelombang segitiga atau gelombang gigi gergaji. **(Sumber : Strogatz, Steven. 2003: 106)**

Di dalam IC PT2272 juga terdapat rangkaian decoder yang berfungsi untuk mengembalikan proses *encoding* atau menerima informasi dan data dari transmisi.

(Sumber : <http://id.wikipedia.org/wiki/Penyandi>)

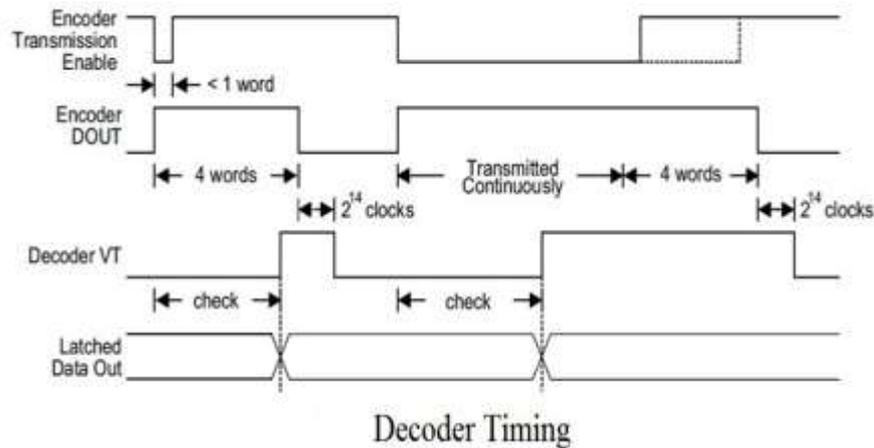


Gambar 2.12 Blok Diagram Decoder IC PT2272

(Sumber : Datasheet IC PT2272)

Pada *receiver* RF menggunakan sistem komunikasi *Amplitudo Shift Keying* (ASK) yang berfungsi untuk penerimaan sinyal yang dikirimkan oleh *transmitter*, dapat dilihat pada gambar 2.16. (Ligo George, 2014)

Prinsip Kerja Receiver



Gambar 2.13 Decoder Timing pada Receiver

(Sumber: Ligo George, 2014)

2.2 Mikrokontroler

2.2.1 Pengertian

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Lebih lanjut mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan PC (*Personal Computer*) yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan lainnya adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat berbeda antara komputer dan mikrokontroler.

Mikrokontroler adalah sebuah rangkaian terpadu tunggal dimana semua blok rangkaian yang sering dijumpai sebagai unit-unit terpisah di dalam sebuah komputer digabungkan menjadi satu. **(Bishop, 2004: 148)**

2.2.2 Macam-Macam Mikrokontroler

Secara teknis hanya ada 2 yaitu RISC dan CISC dan masing-masing mempunyai keturunan atau keluarga sendiri-sendiri. RESC kependekan dari *Reduced Instruction Set Computer* : instruksi terbatas tapi memiliki fasilitas yang lebih banyak CISC kependekan dari *Complex Instruction Set Computer* : instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya.

Tentang jenisnya banyak sekali yaitu keluarga Motorola dengan seri 68xx, keluarga MCS51 yang diproduksi oleh Atmel, Philip, Dallax, keluarga PIC dari Microship, Renesas, Zilog. Masing-masing keluarga juga masih terbagi lagi dalam beberapa tipe. Jadi sulit sekali untuk menghitung jumlah mikrokontroler.

2.2.3 Mikrokontroler ATMega 328

Salah satu contoh mikrokontroler adalah ATMega 328. ATMega 328 adalah mikrokontroller keluaran dari ATMEL yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*).

Mikrokontroller ATmega 328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan parallelism. Instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock. 32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmetic Logic Unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalamatan tak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data. Ketiga *register pointer* 16-bit ini disebut dengan register X

(gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31).

Selain register serba guna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai *register control Timer/Counter*, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. Register – register ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5Fh.

AVR dapat dikelompokkan menjadi tiga kelas, yaitu TinyAVR, AT90Sxx, dan ATmega. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama.

Tabel 2.3 Tabel Spesifikasi Keluarga AVR.

| Mikrokontroler AVR | | Memori | | |
|--------------------|------------|--------|---------|--------|
| Jenis | Jumlah Pin | Flash | EEPROM | SRAM |
| TinyAVR | 8-32 | 1-2K | 64-128 | 0-128 |
| AT90Sxx | 20-44 | 1-8K | 128-512 | 0-1K |
| ATmega | 32-64 | 8-128K | 512-4K | 512-4K |

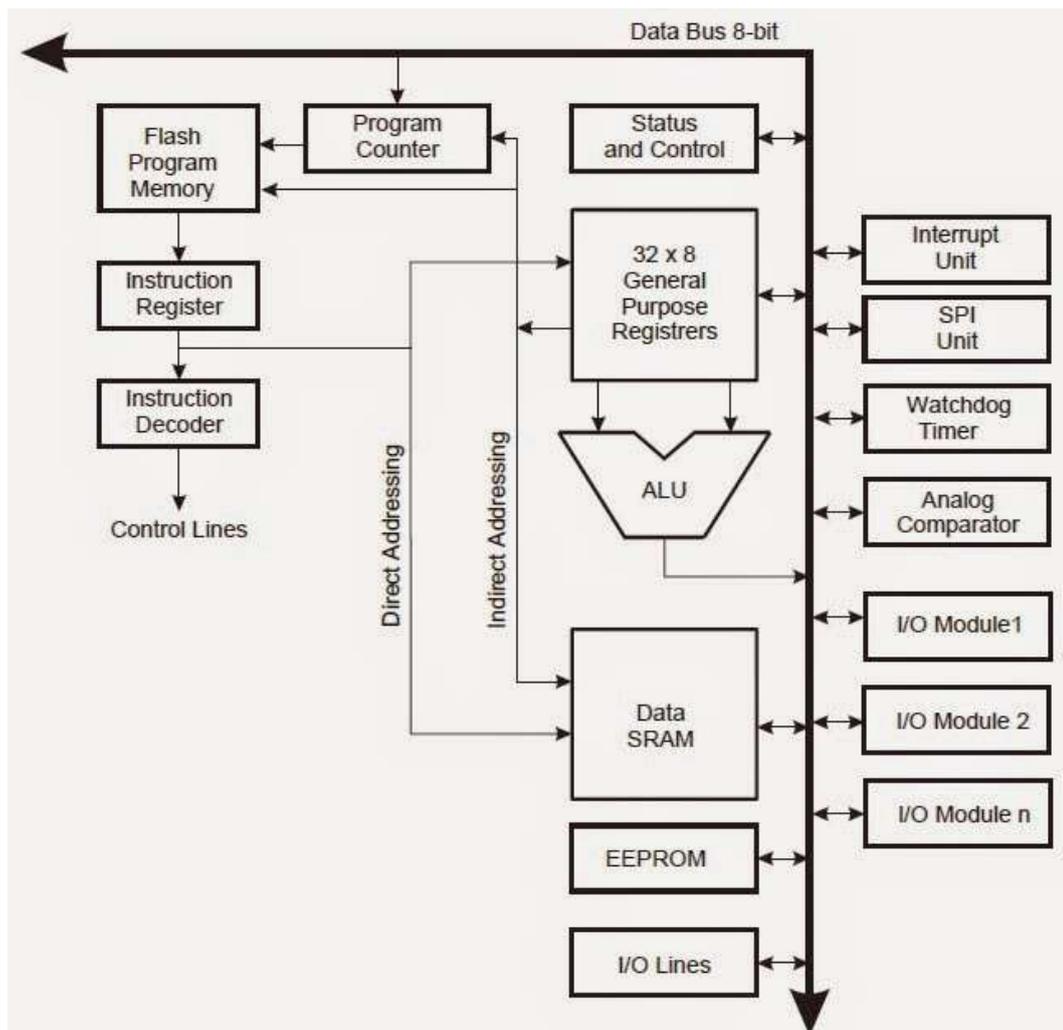
(Sumber: Rheksi Hermawan, 2014)

Adapun Fitur AVR dari ATmega 328 yaitu sebagai berikut dibawah ini:

1. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
2. 32 x 8-bit register serba guna.
3. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan *clock* 16 MHz.
4. 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai *bootloader*.
5. Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanent karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.

6. Memiliki SRAM (*Static Random Access Memory*) sebesar 2KB.
7. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
8. *Master / Slave SPI Serial interface*.

Berikut ini adalah tampilan arsitektur ATmega 328 :



Gambar 2.14 *Architecture ATmega328*

(Sumber: Pradipta Dhan, 2014)

Mikrokontroler ATmega328 memiliki 3 jenis memori, yaitu memori program, memori data dan memori EEPROM. Ketiganya memiliki ruang sendiri dan terpisah.

1. Memori program

ATmega328 memiliki kapasitas memori program sebesar 8K byte yang terpetakan dari alamat 0x0000 – 0x3FFF dimana masing-masing alamat memiliki lebar data 32 bit. Memori program ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian program *boot* dan bagian program aplikasi.

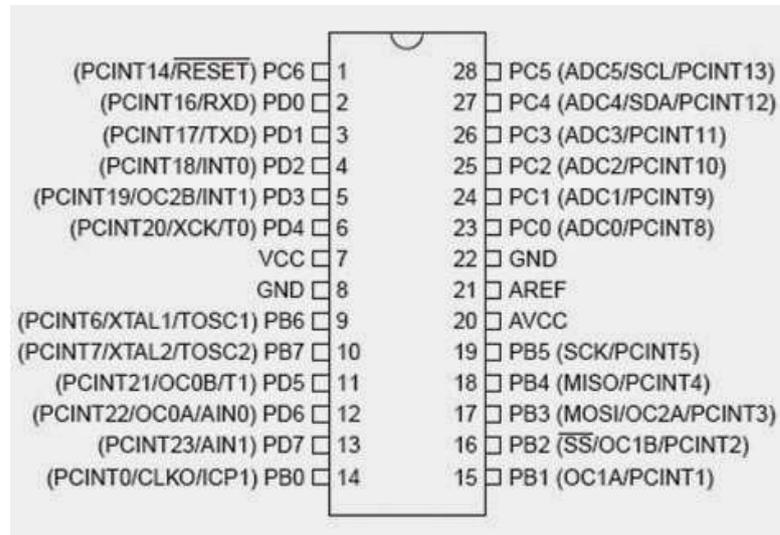
2. Memori data

Memori data ATmega328 terbagi menjadi 3 bagian yaitu register serba guna, register I/O dan SRAM. ATmega328 memiliki 32 register serba guna, 64 register I/O yang dapat diakses sebagai bagian dari memori RAM (menggunakan instruksi LD atau ST) atau dapat juga diakses sebagai I/O (menggunakan instruksi IN atau OUT), dan 2048 byte memori data SRAM.

3. Memori EEPROM

ATmega328 memiliki memori EEPROM sebesar 1K byte yang terpisah dari memori program maupun memori data. Memori EEPROM ini hanya dapat diakses dengan menggunakan register-register I/O yaitu register EEPROM *Address*, register EEPROM *Data*, dan register EEPROM *Control*. Untuk mengakses memori EEPROM ini diperlakukan seperti mengakses data eksternal, sehingga waktu eksekusinya relatif lebih lama bila dibandingkan dengan mengakses data dari SRAM.

Konfigurasi PIN ATmega328



Gambar 2.15 Konfigurasi Pin ATmega328

(Sumber: *Datasheet Mikrokontroler, ATmel 8-bit AVR*)

Tabel 2.4 Konfigurasi Port B

| Port Pin | Alternate Functions |
|----------|--|
| PB7 | XTAL2 (Chip Clock Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscillator pin 2) PCINT7 (Pin Change Interrupt 7) |
| PB6 | XTAL1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock input) TOSC1 (Timer Oscillator pin 1) PCINT6 (Pin Change Interrupt 6) |
| PB5 | SCK (SPI Bus Master clock Input) PCINT5 (Pin Change Interrupt 5) |
| PB4 | MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output) PCINT4 (Pin Change Interrupt 4) |
| PB3 | MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input) OC2A (Timer/Counter2 Output Compare Match A Output) PCINT3 (Pin Change Interrupt 3) |
| PB2 | $\overline{\text{SS}}$ (SPI Bus Master Slave select) OC1B (Timer/Counter1 Output Compare Match B Output) PCINT2 (Pin Change Interrupt 2) |
| PB1 | OC1A (Timer/Counter1 Output Compare Match A Output) PCINT1 (Pin Change Interrupt 1) |
| PB0 | ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Input) CLKO (Divided System Clock Output) PCINT0 (Pin Change Interrupt 0) |

(Sumber: *Datasheet Mikrokontroler, ATmel 8-bit AVR*)

Tabel 2.5 Konfigurasi Port C

| Port Pin | Alternate Function |
|----------|---|
| PC6 | RESET (Reset pin) PCINT14 (Pin Change Interrupt 14) |
| PC5 | ADC5 (ADC Input Channel 5) SCL (2-wire Serial Bus Clock Line) PCINT13 (Pin Change Interrupt 13) |
| PC4 | ADC4 (ADC Input Channel 4) SDA (2-wire Serial Bus Data Input/Output Line) PCINT12 (Pin Change Interrupt 12) |
| PC3 | ADC3 (ADC Input Channel 3) PCINT11 (Pin Change Interrupt 11) |
| PC2 | ADC2 (ADC Input Channel 2) PCINT10 (Pin Change Interrupt 10) |
| PC1 | ADC1 (ADC Input Channel 1) PCINT9 (Pin Change Interrupt 9) |
| PC0 | ADC0 (ADC Input Channel 0) PCINT8 (Pin Change Interrupt 8) |

(Sumber: *Datasheet Mikrokontroler, ATmel 8-bit AVR*)

Tabel 2.6 Konfigurasi Port D

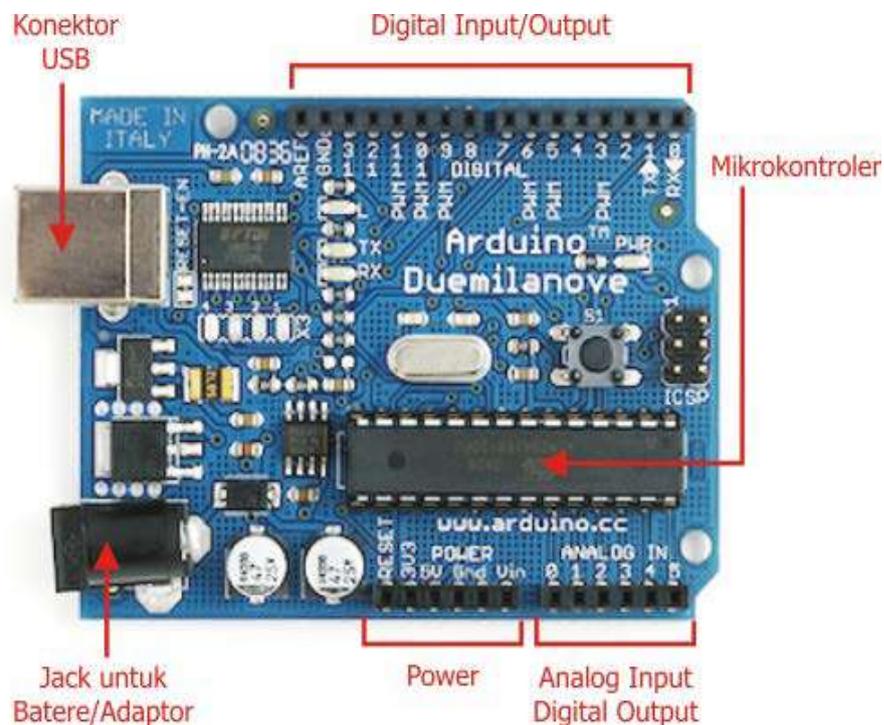
| Port Pin | Alternate Function |
|----------|---|
| PD7 | AIN1 (Analog Comparator Negative Input) PCINT23 (Pin Change Interrupt 23) |
| PD6 | AIN0 (Analog Comparator Positive Input) OC0A (Timer/Counter0 Output Compare Match A Output) PCINT22 (Pin Change Interrupt 22) |
| PD5 | T1 (Timer/Counter 1 External Counter Input) OC0B (Timer/Counter0 Output Compare Match B Output) PCINT21 (Pin Change Interrupt 21) |
| PD4 | XCK (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter 0 External Counter Input) PCINT20 (Pin Change Interrupt 20) |
| PD3 | INT1 (External Interrupt 1 Input) OC2B (Timer/Counter2 Output Compare Match B Output) PCINT19 (Pin Change Interrupt 19) |
| PD2 | INT0 (External Interrupt 0 Input) PCINT18 (Pin Change Interrupt 18) |
| PD1 | TXD (USART Output Pin) PCINT17 (Pin Change Interrupt 17) |
| PD0 | RXD (USART Input Pin) PCINT16 (Pin Change Interrupt 16) |

(Sumber: *Datasheet Mikrokontroler, ATmel 8-bit AVR*)

2.3 Arduino Uno

2.3.1 Pengertian

Arduino adalah sebuah *board mikrokontroller* yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 *analog input*, *crystal* osilator 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu *men-support* mikrokontroller; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.



Gambar 2.16 Board Arduino ATMega328

(Sumber: Wiliam, 2009)

Arduino ini merupakan sebuah *board* minimum sistem mikrokontroller yang bersifat *open source*. Didalam rangkaian board arduino terdapat mikrokontroller AVR seri ATMega 328 yang merupakan produk dari Atmel. Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroller yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramanya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang

berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan board mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial.

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan *board* 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-16. Sifat *open source* arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan *board* ini, karena dengan sifat *open source* komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan syntax bahasanya sehingga mempermudah kita dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler.

2.3.2 Deskripsi Urduino uno ATmega 328

Berikut ini merupakan deskripsi tentang Arduino uno ATmega 328:

1. Mikronkontroler ATmega328
2. Beroperasi pada tegangan 5V
3. Tegangan input (rekomendasi) 7 - 12V
4. Batas tegangan input 6 - 20V
5. Pin digital input/output 14 (6 mendukung output PWM)
6. Pin analog input 6
7. Arus pin per input/output 40 mA
8. Arus untuk pin 3.3V adalah 50 mA

9. *Flash Memory* 32 KB (ATmega328) yang mana 2 KB digunakan oleh *bootloader*
10. SRAM 2 KB (ATmega328)
11. EEPROM 1KB (ATmega328)
12. Kecepatan *clock* 16 MHz

2.3.3 Input & Output Arduino Uno

Masing-masing dari 14 pin digital pada Uno dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Mereka beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal dari 20-50 K. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

1. Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data TTL serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari *chip* ATmega8U2 USB-to-Serial TTL.
2. Eksternal Interupsi: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat `attachInterrupt ()` fungsi untuk rincian.
3. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan 8-bit output PWM dengan `analogWrite ()` fungsi.
4. SPI: 10 (SS), 11 (mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI.
5. LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin adalah nilai TINGGI, LED menyala, ketika pin adalah RENDAH, itu off.

Uno memiliki 6 input analog, diberi label A0 melalui A5, masing-masing menyediakan 10 bit resolusi yaitu 1024 nilai yang berbeda. Secara *default* sistem mengukur dari tanah sampai 5 volt.

1. TWI: A4 atau SDA pin dan A5 atau SCL pin. Mendukung komunikasi TWI.
2. Aref. Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan `analogReference ()`.

3. Reset.

Lihat juga pemetaan antara pin Arduino dan ATmega328 port. Pemetaan untuk ATmega8, 168 dan 328 adalah identik.

2.4 Relay

Dalam bidang elektronika, *relay* merupakan komponen *output* yang paling sering digunakan. *Relay* berfungsi sebagai saklar (*switch*) elektrik yang bekerja berdasarkan medan magnet. Relay terdiri dari suatu lilitan dan saklar mekanik. Saklar mekanik akan bergerak jika ada arus listrik yang mengalir melalui lilitan sehingga akan timbul medan magnet untuk menarik saklar tersebut. **(Sumber: Abdul Khadir, 2013).**

Relay memiliki tiga jenis kutub:

1. COMMON yaitu kutub acuan.
2. NC (*Normally Close*) yaitu kutub yang dalam keadaan awal terhubung pada COMMON.
3. NO (*Normally Open*) yaitu kutub yang pada awalnya terbuka dan akan terhubung dengan COMMON saat kumparan *relay* diberi arus listrik.

Berdasarkan jumlah kutub pada relay, maka relay dibedakan menjadi empat jenis:

1. SPST = *Single Pole Single Throw*
2. SPDT = *Single Pole Double Throw*
3. DPST = *Double Pole Single Throw*
4. DPDT = *Double Pole Double Throw*

Pole adalah jumlah COMMON, sedangkan *Throw* adalah jumlah terminal *output* (NO dan NC).

2.5 Motor Servo

2.5.1 Pengertian

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di *set-up* atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya begini, posisi poros output akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya mengenai sistem kontrol *loop* tertutup, perhatikan contoh sederhana beberapa aplikasi lain dari sistem kontrol *loop* tertutup, seperti penyetelan suhu pada AC, kulkas, setrika dan lain sebagainya.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya.

2.5.2 Macam-Macam Motor Servo

Macam-macam motor servo ada dua yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo

yang dan terdapat di pasaran, yaitu motor servo *rotation* 180⁰ dan servo *rotation continuous*.

- a. Motor servo *standard* (servo *rotation* 180⁰) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90⁰ kearah kanan dan 90⁰ kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180⁰.
- b. Motor servo *rotation continuous* merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo *standard*, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

(Sumber: Trikueni Dermanto, 2014)

2.5.3 Contoh Motor Servo



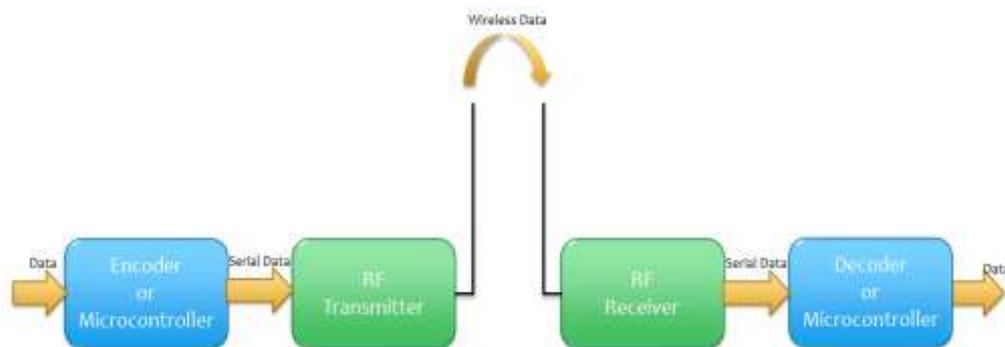
Gambar 2.17 Motor Servo

(Sumber: Datasheet S3003 Futaba Servo)

2.6 Sistem Komunikasi Radio Frekuensi (RF)

2.6.1 Pengertian

Komunikasi secara umum dapat diartikan sebagai hubungan atau pertukaran informasi. Informasi sendiri sebagai suatu yang akan disampaikan dapat berupa data, berita ataupun pesan yang dilambangkan dalam bentuk simbol/tanda, tulisan, gambar ataupun suara. Oleh karena itu dalam komunikasi ada tiga bagian pokok, yaitu sumber informasi sebagai pengirim, media transmisi sebagai pembawa informasi dan tempat tujuan informasi sebagai penerima informasi. Dengan demikian secara umum, suatu sistem komunikasi dapat ditunjukkan seperti Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Sistem Komunikasi Radio Frekuensi (RF)

(Sumber: Mayank, 2011)

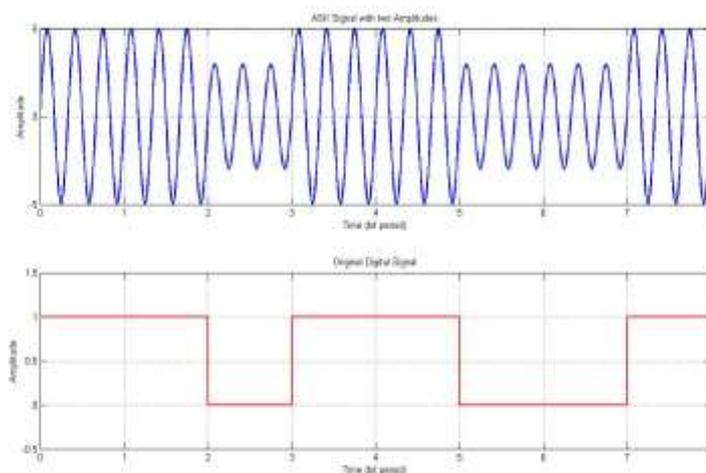
Sistem komunikasi radio frekuensi (RF) yaitu menggunakan modulasi digital sebagai komunikasi *wireless*, modulasi digital sebetulnya adalah proses mengubah - ubah karakteristik dan sifat gelombang pembawa (*carrier*) sedemikian rupa sehingga bentuk hasilnya (*modulated carrier*) memiliki ciri-ciri dari bit-bit (0 atau 1) yang dikandungnya. Berarti dengan mengamati *modulated carriernya*, kita bisa mengetahui urutan bitnya disertai *clock (timing, sinkronisasi)*. Melalui proses modulasi digital sinyal-sinyal digital setiap tingkatan dapat dikirim ke penerima dengan baik. Untuk pengiriman ini dapat digunakan

media transmisi fisik (logam atau optik) atau non fisik (gelombang-gelombang radio). Untuk komunikasi data secara *wireless* pada sistem komunikasi radio frekuensi menggunakan sistem *Amplitudo Shift Keying* (ASK) .

***Amplitudo Shift Keying* (ASK)**

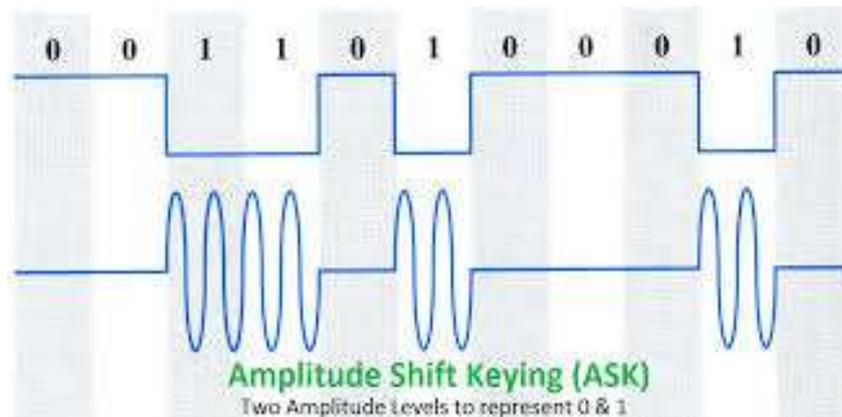
Amplitudo Shift Keying (ASK) atau pengiriman sinyal berdasarkan pergeseran amplitudo, merupakan suatu metoda modulasi dengan mengubah-ubah amplitude. Dalam proses modulasi ini kemunculan frekuensi gelombang pembawa tergantung pada ada atau tidak adanya sinyal informasi digital.

Keuntungan yang diperoleh dari metode ini adalah bit per baud (kecepatan digital) lebih besar. Sedangkan kesulitannya adalah dalam menentukan level acuan yang dimilikinya, yakni setiap sinyal yang diteruskan melalui saluran transmisi jarak jauh selalu dipengaruhi oleh redaman dan distorsi lainnya. Oleh sebab itu metoda ASK hanya menguntungkan bila dipakai untuk hubungan jarak dekat saja.



Gambar 2.19 Sinyal ASK pada *Transmitter* IC PT2262

(Sumber : <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/30580-binary-amplitude-shift-keying>)



Gambar 2.20 Sinyal ASK pada Receiver IC PT2272

(Sumber : Joel Sing, 2008)

Dalam hal ini faktor derau harus diperhitungkan dengan teliti, seperti juga pada sistem modulasi AM. Derau menindih puncak bentuk-bentuk gelombang yang berlevel banyak dan membuat mereka sukar mendeteksi dengan tepat menjadi level ambangnya.

Teori Modulasi ASK (*Amplitudo Shift Keying*)

ASK (*Amplitude Shift Keying*) adalah suatu modulasi di mana logika 1 diwakili dengan adanya sinyal dan logika 0 diwakili dengan adanya kondisi tanpa sinyal, seperti pada gambar disamping.

Hasil ASK (*Amplitude Shift Keying*) diwakili oleh perbedaan amplitudo pada carrier. Dimana satu amplitudo adalah *zero*, ini menunjukkan kehadiran dan ketidakhadiran pada *carrier* yang digunakan. Sifat dari ASK antara lain:

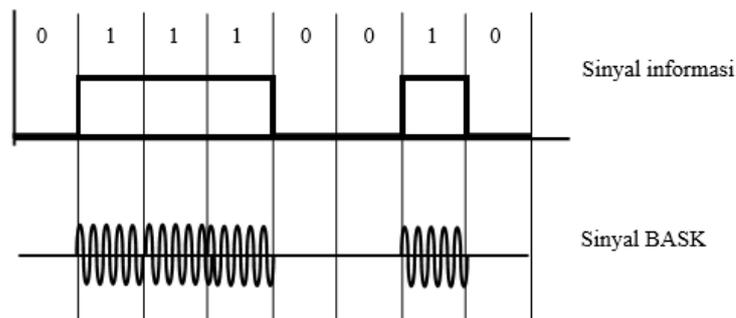
1. Rentan untuk pergantian gain tiba-tiba.
2. Sampai dengan 1200bps pada *voice grade line*.
3. Digunakan pada *fiber optic*.

Ada beberapa jenis modulasi ASK, salah satunya adalah *Binary-ASK* (BASK). Sinyal yang dikatakan termodulasi secara BASK didefinisikan dengan

$$x(t) = A m(t) \sin(\omega_c t) \quad 0 \leq t \leq T \quad (1)$$

A adalah konstanta, $m(t)$ adalah sinyal data (sinyal pemodulasi) yang mempunyai nilai 0 atau 1, ω_c adalah frekuensi putar dari sinyal pembawa, dan T adalah lebar dari satu bit.

Sebuah sinyal digital, yang hanya mengandung 0 dan 1, dimodulasikan dengan BASK, maka kita hanya akan mengalikan sinyal pembawa dengan nilai 0 atau 1. Gambar 2.21 memperlihatkan modulasi BASK untuk sebuah sinyal digital yang diberikan 0 1 0 1 0 0 1 0. Seperti terlihat di gambar 2.21, sinyal-sinyal BASK bisa didapat dengan cara menyalakan dan mematikan (*on* dan *off*) sinyal pembawa, tergantung apakah sinyal informasi (pemodulasi) bernilai 1 atau 0. BASK disebut juga *on-off keying* (OOK).

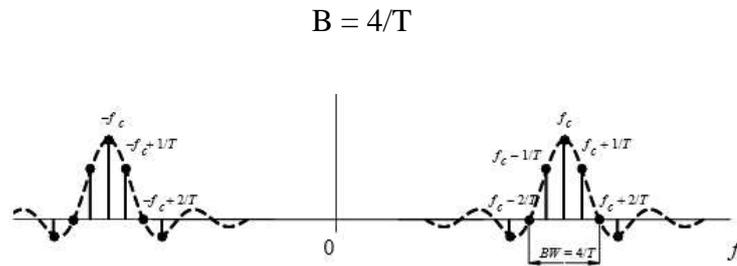


Gambar 2.21 Bentuk Gelombang Sinyal BASK

(Sumber: Mudrik Alaydrus, 2014: 3)

Secara spektral kita bisa menggunakan sifat dari transformasi Fourier, perkalian dengan fungsi sinus, berarti pergeseran bentuk spektral ke $\pm\omega_c$. Dengan mengandaikan bahwa sinyal $m(t)$ adalah sinyal periodis dengan 0 1 0 1 0 1 0 1.

Gambar 2.22 menunjukkan bentuk spektral dari sinyal termodulasi secara BASK. Jika lebar pita (*bandwidth*) dari sinyal informasi didefinisikan sampai nol yang pertama, maka



Gambar 2.22 Bentuk Gelombang Saat $B=4/T$

(Sumber: Mudrik Alaydrus, 2014: 4)

Disamping BASK yang mempunyai dua nilai diskret, ada jenis modulasi ASK yang lain, yang menggunakan nilai yang lebih dari dua.

2.6.2 Antena

Antena adalah satu perangkat radio yang mengubah sinyal-sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik dan memancarkan ke udara bebas atau sebaliknya menangkap sinyal gelombang elektromagnetik dari udara bebas dan mengubahnya kembali menjadi sinyal listrik.

1. Sebagai *converter*, dimana berfungsi mengubah bentuk sinyal baik dari sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik ataupun sebaliknya.
2. Sebagai *radiator*, dimana antena tersebut berfungsi meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara bebas dan sekelilingnya, dan sebaliknya apabila antena menerima energi radiasi gelombang elektromagnetik ia dikatakan sebagai *preradiator*.
3. Sebagai *Impedance Matching*, dimana antena tersebut menyesuaikan impedansi pesawat radio dengan impedansi udara bebas.

Sebuah antena adalah bagian vital dari suatu pemancar atau penerima yang berfungsi untuk menyalurkan sinyal radio ke udara. Bentuk antena bermacam-macam sesuai dengan desain, pola penyebaran dan frekuensi dan gain. Panjang antena secara efektif adalah panjang gelombang frekuensi radio yang

dipancarkannya. Antena setengah gelombang adalah sangat populer karena mudah dibuat dan mampu memancarkan gelombang radio secara efektif.

Macam-macam antena:

1. Berdasarkan fungsi

Berdasarkan fungsinya antena dibedakan menjadi antena pemancar, antena penerima, dan antena pemancar sekaligus penerima. Di Indonesia antena pemancar banyak dimanfaatkan pada stasiun-stasiun radio dan televisi. Selanjutnya antena penerima, antena penerima ini biasanya digunakan pada alat-alat seperti radio, tv, dan alat komunikasi lainnya.

2. Berdasarkan gainnya

Berdasarkan besarnya *Gain* antena dibedakan menjadi antena VHF dan UHF yang biasanya digunakan pada TV. Kiranya semua orang tahu bahwa besarnya daya pancar, akan mempengaruhi besarnya signal penerimaan siaran televisi di suatu tempat tertentu pada jarak tertentu dari stasiun pemancar televisi. Semakin tinggi daya pancar semakin besar level kuat medan penerimaan siaran televisi. Namun demikian besarnya penerimaan siaran televisi tidak hanya dipengaruhi oleh besarnya daya pancar. Untuk memperbesar daya pancar pada stasiun televisi dan daya terima pada televisi maka perlu digunakan antena.

Besarnya *Gain* antena dipengaruhi oleh jumlah dan susunan antena serta frekuensi yang digunakan. Antena pemancar UHF tidak mungkin digunakan untuk pemancar TV VHF dan sebaliknya, karena akan menimbulkan VSWR yang tinggi. Sedangkan antena penerima VHF dapat saja untuk menerima signal UHF dan sebaliknya, namun *Gain* antenanya akan sangat mengecil dari yang seharusnya. Kualitas hasil pancaran dari pemancar VHF dibandingkan dengan kualitas hasil pancaran dari pemancar UHF adalah sama asalkan keduanya memenuhi persyaratan dan spesifikasi yang telah ditentukan.

3. Berdasarkan polaritasnya

Berdasarkan polaritasnya antenna dibedakan menjadi dua yaitu antenna dipol dan monopol. Antenna dipol memiliki polaritas linear vertikal, sedangkan antenna monopol polaritasnya hanya pada satu arah. Dengan karakter seperti ini, antenna dipol banyak dimanfaatkan untuk sistem komunikasi dengan wilayah cakupan yang luas. Antenna directional dan antenna omnidirectional. Antenna directional adalah antenna yang pola radiasi pancarannya terarah sehingga efektifitas pancaran radio hanya ke satu arah saja. Sedangkan antenna omnidirectional dapat memancarkan gelombang ke segala arah. Yang termasuk antenna directional adalah antenna model yagi seperti kebanyakan yang dipakai sebagai antenna penerima siaran TV. Contoh antenna omnidirectional adalah antenna model groundplane.

4. Berdasarkan bentuknya

Antenna berdasarkan bentuknya antara lain: mikrostrip, parabola, vee, horn, helix, dan loop. Walaupun amat sering dijumpai teleskop radio yang menggunakan antenna berbentuk parabola, ada beberapa jenis antenna lainnya yang juga sering digunakan pada sebuah teleskop radio atau interferometer. Misalnya Mauritius Radio Telescope (MRT) yang menggunakan 1084 buah antenna berbentuk helix. Contoh lainnya adalah teleskop radio yang menggunakan antenna berbentuk horn, yang digunakan oleh Arno Penzias dan Robert Woodrow Wilson ketika menemukan Cosmic Microwave Background (CMB). Contoh antenna berdasarkan bentuknya adalah antenna parabola. Antenna parabola merupakan antenna yang berbentuk parabola, pancaran sinyal akan dikonsentrasikan pada titik tengah antenna. Antenna parabola biasanya didesain untuk Frekuensi Ultra Tinggi UHF, penerima siaran TV satelit, dan transmisi gelombang mikro.

2.6.3 Gelombang RF

Pemakaian gelombang radio sebagai media transmisi, biasanya ditentukan berdasarkan panjang gelombangnya. Semakin besar panjang gelombang suatu jenis gelombang radio, semakin kecil frekuensinya. Hal ini didasarkan pada rumus:

Panjang Gelombang = Kecepatan Gelombang / Frekuensi

Atau dalam bentuk rumus lambang: $\lambda = C/f$

Dimana:

λ = panjang gelombang

C = kecepatan gelombang merambat di udara

f = frekuensi

Satuan kecepatan gelombang: meter/detik, satuan frekuensi adalah *cycle* perdetik atau Hertz. Karena itu satuan panjang gelombang adalah meter.

Dari rumus panjang gelombang di atas terlihat bahwa: panjang gelombang berbanding lurus dengan kecepatan gelombang, dan berbanding terbalik dengan frekuensi gelombang tersebut.

Kaitan antara panjang gelombang dengan frekuensinya menentukan pola sifat perambatan (propagasi) gelombang tersebut di udara kita. Makin pendek panjang gelombang, maka sifat perambatan atau pancarannya semakin tinggi. Dan sebaliknya makin besar panjang gelombang suatu gelombang radio, akan semakin rendah sifat pancarannya.

Hubungan antara panjang gelombang, frekuensi dan sifat pancaran, kita perhatikan dalam tabel berikut:

Tabel 2.7 Daftar *Band* Frekuensi pada Gelombang Radio

| Panjang Gelombang | Jangkauan | Sifat Pancaran | Bidang Frekuensi | Penggunaan |
|--------------------------|------------------|-----------------------|---|---|
| >10 km | 3 – 30 kHz | Ground Wave | VLF (<i>Very Low Frequency</i>) | Maritim dan Militer |
| 1-10 km | 30 – 300 kHz | Ground Wave | LF (<i>Low Frequency</i>) LW (<i>Long Wave</i>) | Aeronotika, Navigasi, Radio Transoseanik |
| 100-1000 km | 300 – 3000 kHz | Sky Wave | MF (<i>Medium Frequency</i>) MW (<i>Medium Wave</i>) | Siaran AM |
| 10-100 m | 3 – 30 MHz | Sky Wave | HF (<i>High Frequency</i>) SW (<i>Short Wave</i>) | Radio CB, Radio Amatir |
| 1-10 m | 30 – 300 MHz | Space Wave | VHF (<i>Very High Frequency</i>) | Radio Bergerak, TV VHF, Siaran FM, Aeronotika |
| 10-100 cm | 300 – 3000 MHz | Space Wave | UHF (<i>Ultra High Frequency</i>) | TV UHF, Satelit, Radio Bergerak |
| 1-10 cm | 3 – 30 GHz | Space Wave | SHF (<i>Super High Frequency</i>) | Rale Radio Gelombang Mikro |
| 1-10 mm | 30 – 300 GHz | Space Wave | EHF (<i>Extremely High Frequency</i>) | Radio dengan Pemandu Gelombang |

(Sumber: IR Suhana. *Buku Pegangan Teknik Telekomunikasi*. Hal 25-26)